Uwe J. M. Reichelt

Vakuum
Theorie oder Modell?
Leere oder Fülle?

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract

In dieser Arbeit wird untersucht, ob es möglich ist, mit den Mitteln der Theoretischen Physik mehr auszusagen über das, was sich unter dem Vakuum, aus dem der Urknall erfolgte, verstehen lässt.
Hierbei wird deutlich, dass es sich nicht mehr um eine Theorie im eigentlichen Sinne, also um widerlegbare Aussagen handeln, sondern stattdessen um eine Art Modell, das nur anhand von Indizien auf seine Tauglichkeit geprüft werden kann, indem z. B. bisher unbekannte Vorhersagen bestätigt werden oder nicht. Eine solche bisher unbekannte fundamentale Aussage ist, dass dieses Modell zum Ergebnis hat, Schwarze Riesenlöcher entstehen mit dem Freisetzen Dunkler Materie als erstes nach dem Urknall und sind für die Strukturierung des Universums maßgeblich.

Beim Begründen dieses Modells wird auf die Methodik in der Veröffentlichung über die mögliche Anatomie Schwarzer Löcher[1)] zurückgegriffen. Allerdings konnte in jener Arbeit die mathematische Möglichkeit des Vakuums lediglich als Existenz zweier Antipoden, Energie und Dunkler Energie, am gleichen Ort genannt, aber kein physikalischer Weg dazu aufgezeigt werden. Dort hieß es „*Zur Erklärung des Vakuumzustands sehe ich keine Möglichkeit, weil er durch den simplen Zusammenhang, dass gleichviel Energie beider Arten am gleichen Ort sich gegenseitig auslöschen, also von jeder der beiden Energiearten einzeln aus betrachtet praktisch nicht mehr vorhanden ist, mathematisch geradezu trivial, aber physikalisch nicht erklärbar scheint.*“
Hier wird nun eine mögliche physikalische Lösung aufgezeigt, die aber ein Entstehen der G-Bosonen erst nach dem Urknall, wie dort noch angenommen, ausschließt. Jetzt muss vielmehr angenommen werden, dass die G-Bosonen bereits im Vakuum existieren und als Dunkle Materie der Gegenpart zur Dunklen Energie sind.
Es wird gezeigt, dass sehr wohl zwei sich vollständig kompensierende Dinge, die sich auch noch abstoßen, dennoch einen stabilen Zustand haben können und alle Eigenschaften, die physikalisch von einem Vakuum erwartet werden, erfüllen.
Der Preis für diese theoretische Betrachtung ist leider, dass dabei aus den technischen Grenzen unserer Zivilisation heraus experimentell nicht mehr nachprüfbare Aussagen gemacht werden und Nachprüfungen der Theorie nur noch über astronomisch und astrophysikalisch ermittelte Bestätigungen oder Widerlegungen in Form von Indizien Hinweise geben können.

2. Einleitung

Am Anfang ist eine Entscheidung notwendig. Vertritt man die Ansicht, die Naturgesetze wären gleichzeitig mit Raum und Zeit beim Urknall erst entstanden, dann wird man, falls diese Ansicht der Realität entspricht, niemals etwas über den Urknall selbst, was ihn auslöste und was davor war, erfahren. Denn wir können all unsere Überlegungen nur aus dem Erfahrbaren und den erkannten Naturgesetzen herleiten und damit würden unsere Möglichkeiten tieferer Erkenntnis frühestens bei Existenz der Naturgesetze erst beginnen können. Dann sollte man sich auch die weitere Lektüre ersparen, weil sie auf der gegenteiligen Annahme beruht, dass nämlich die Naturgesetze etwas Ewiges sind und über dem stehen, was sie eigentlich zu beeinflussen haben und wobei wir erst durch ihr Wirken sie selbst ergründen können. Mit dieser Annahme lassen sich nun physikalisch begründbare Modelle entwickeln, die uns das mögliche Geschehen verständlich machen, wahrscheinlich aber nur an Indizien verifiziert werden können, jedoch auf verständliche Weise Fragen beantworten, die wir durch Beobachtungen stellen müssen. Hier soll ein Modell vorgestellt werden, das sich bis vor den Urknall vortastet und erst bei einer Antwort zum Urvakuum endet und nichts darüber sagen kann, woher dieses Urvakuum selbst kommt, ob es endlich ist oder ähnliches. Nur Aussagen zu seinen nach dem Modell erforderlichen Eigenschaften sind möglich.
Um dem Phänomen Vakuum näherzukommen, müssen noch einmal die Belange der Dunklen Energie und ihres Gegenparts, der für unsere Existenz so wichtigen ‚normalen' Energie, in Augenschein genommen werden. Die dazu genutzte Methode ist der klassischen Mechanik entlehnt und wird speziell beim G-Boson[1)] um den Faktor zwei korrigiert, da dies bei der Lichtkrümmung, gemäß der Allgemeinen Relativitätstheorie, wo Lichtbahnen an der Sonne um diesen Faktor gegenüber der Newtonschen Theorie stärker gekrümmt werden, nachgewiesen wurde.
Die Methode beruht auf der klassischen Annahme, dass sich Zentrifugal- und Anziehungskraft bei Geodätenbahnen die Waage halten.

3. Vorbetrachtung

Folgende Annahmen werden in den weiteren Betrachtungen gemacht:

1. Grundannahme ist, die Gesetze der Physik gelten universell, unabhängig von dem worauf sie wirken, besonders die Erhaltungssätze.
2. Energie besitzt, genau wie Masse, Trägheit und Gravitation. Dies besagt die Einsteinsche Gleichung $E = m c^2$.
3. Lichtschnelle Energie, wie Photonen, die keine Masse besitzen, hat ebenso Trägheit und Gravitation. Ihre Energie wird durch die Beziehung

   $E = h\nu = \hbar\omega$ beschrieben.

4. Die Gravitation wird klassisch durch das Newtonsche Gravitationsgesetz richtig wiedergegeben, solange die betrachteten Geschwindigkeiten klein gegen die Lichtgeschwindigkeit ‚c' sind. Nähern sie sich der Lichtgeschwindigkeit, wird die Gravitation nur durch die Allgemeine Relativitätstheorie (ART), auch Gravitationstheorie genannt, richtig berechnet. Dort ist Voraussetzung, dass schwere und träge Masse identisch sind. Demzufolge sind auch Gravitations- und Trägheitswirkung gleich.
5. Im klassischen Fall, kleinere Geschwindigkeiten als c, werden anziehende Kräfte durch die Trägheitskraft, oft Zentrifugalkraft genannt, kompensiert und es herrscht Gleichgewicht. In der ART übernehmen Raum- und Zeitkrümmungen diese Aufgabe und die Bewegungen finden auf Geodäten statt, sind also in Wirklichkeit kräftefrei.
6. Bei lichtschneller Energie ist die Bahn krümmende Wirkung gegenüber der Newtonschen Physik um den Faktor zwei größer. Das ist so, als wäre die anziehende Masse doppelt so groß wie tatsächlich. Rechnet man mit der Beziehung Trägheitskraft gleich Anziehungskraft, so muss das berücksichtigt werden.
7. Betrachtet man bei lichtschneller Energie die Gravitationswirkung, so muss auch die entsprechende Trägheitswirkung berücksichtigt werden.
8. Die Makroquantentheorie[2)], deren Gültigkeit anhand der Apsidenwerte der Planeten und Kleinplaneten verifiziert werden konnte, fordert bei ihrer Erweiterung auf die Spezielle Relativitätstheorie, z.B. nach dem Diracschen Weg, dass eine ‚negative' Energieart anzuerkennen ist. Dies ergibt sich zwangsläufig bei ihrer Anwendung auf durch Gravitation verursachte Abläufe, da eine Deutung als Antimaterie in diesem Fall, anders als bei der Quantenphysik, fehlender Ladungen wegen nicht möglich ist. Weiterhin zeigt sich, dass es nur zwei Arten an Energie (also ‚positive' und ‚negative') gibt und demzufolge normale Materie und Dunkle Materie zur gleichen Art gehören.
9. Die ‚negative' Energie wird als andere Stofflichkeit verstanden, die ‚normale' und auch Dunkle Materie abstößt und keineswegs so, als ob ‚normale' Energie oder Dunkle Materie negative Werte annehmen könnten.
10. Die ‚negative' Energie verhält sich identisch zu den Beobachtungen, die man bei der Dunklen Energie, die für das beschleunigte Expandieren des Raumes im Universum verantwortlich ist, gemacht hat. Deshalb wird im Weiteren nicht mehr von ‚negativer' Energie gesprochen, sondern die in der Astronomie übliche Bezeichnung ‚Dunkle Energie' benutzt.
11. Es wird als grundsätzlicher Hintergrund der Theorie die Frage untersucht, ob und unter welchen Umständen Energiequanten sich durch die Gravitation gegenseitig stabil einfangen und halten können.

4. Das Kräftegleichgewicht im lichtschnellen Fall

4.1 Gleichgewichtsverhalten lichtschneller Energie, Dunkler Materie

Die Trägheitskraft (Zentrifugalkraft) bei gekrümmten Bahnen wird als

$$F_z = h\nu / r_z = \hbar\,\omega / r_z$$

(Grenzfall von $F_z = \lim_{v\to c}(m(v)v^2/r) = E/r$, mit $E=h\nu$) beschrieben.

Die Anziehungskraft durch Gravitation zwischen zwei Energiepaketen wird durch

$F_G = G\, m_1 m_2 / r^2$ (m hier nur als Äquivalenz-Masse!)

dargestellt. Und unter Nutzung von $E = mc^2$ in

$$F_G = G\, E_1 E_2 / c^4 r^2$$

überführt. Hier wird nun Vorbetrachtung 3.6 (anziehende Energie erscheint für die angezogene nach Ergebnissen der ART als doppelt so groß; aus Symmetriegründen gilt dies für beide) genutzt und durch die Energie $E = h\nu$ ergibt das:

$$F_G = G\, 2 h\nu_1\, 2 h\nu_2 / c^4 d^2$$
$$= 4 G\, h\nu_1\, h\nu_2 / c^4 d^2$$

Zur Beantwortung der Frage in Vorbetrachtung 3.11 ist es notwendig, dass F_Z und F_G einander die Waage halten, was bedeutet, zwei (nur gleich energiereiche: $h\nu_1 = h\nu_2 = h\nu$; Ungleichheit scheidet aus, des Schwerpunktsatzes und der gleichen Geschwindigkeit ‚c' wegen (die Radien wären ungleich)) Lichtquanten umkreisen einander auf dem Radius r und dementsprechend gilt: $d = 2\, r$.
Für die Forderung aus Vorbetrachtung 3.11 folgt:

$$F_Z = F_G$$
$$h\nu / r = 4 G\, h^2 \nu^2 / c^4 d^2 = G\, h^2 \nu^2 / c^4 r^2$$

und mit $c = \lambda\nu$ ergibt das für den Radius:

$$r = G\, h / c^3 \lambda$$

Für stabile Umläufe ist es notwendig, dass die Wellenlänge ‚λ' Werte hat, die dem Umfang der Bahn entsprechen (ganzzahlig kürzere Wellenlängen erfüllen das auch und gehören zu höheren Energien. Hier soll nur der energetisch niedrigste Zustand betrachtet werden):
Mit $\lambda = 2\pi r$ und $\hbar = h / 2\pi$ wird dann die obige Gleichung zu

$$r^2 = G \hbar / c^3$$

und damit gilt: $r = l_P$
Dies ist die Planck-Länge = $1{,}616\,255 \cdot 10^{-35}$ m.
Die Energie **jedes** der beiden umeinander im Radius r kreisenden Quanten ist $E = h\nu$ und demnach mit $l_P = (\hbar G / c^3)^{½}$

$$E = h c / 2\pi r = \hbar c / l_P = (\hbar c / G)^{½} c^2 = m_P c^2.$$

Das ist die Planck-Energie = 543,4 kWh, und entspricht der
Planck-Masse: $m_P = 2{,}176\,434 \cdot 10^{-8}$ kg.

Die Kreisfrequenz ergibt sich zu $\omega = E / \hbar = (\hbar c / G)^{½}\, c^2 / \hbar$ und
damit zu $\omega = (c^5 / \hbar G)^{½} = \omega_P$.

Die beiden Quanten umkreisen einander mit der Planck-Kreisfrequenz

$$\omega_P = 1{,}855 \cdot 10^{43}\ s^{-1}.$$

Der Schwarzschild-Radius (Ereignishorizont: $r_S = 2\, G\, M / c^2$) dieses Gesamtgebildes ergibt für ein Energieäquivalent 2er Planck-Massen:

$$r_S = 4\, G\, (\hbar c / G)^{½} / c^2 = 4\, l_P.$$

Das bedeutet, es handelt sich um ein stabiles Gebilde, ein Elementarteilchen, das ich seiner Spineigenschaft wegen G-Boson [1] genannt habe.
Da gemäß der ART alle Energie, die sich innerhalb des Schwarzschild-Radius befindet, diesen nicht verlassen kann und es sich bei der Wahl der Wellenlänge um die kleinstmögliche Energiemenge handelte (s.o.), ist dieses G-Boson zugleich das kleinstmögliche Schwarze Loch. Aus der Modellvorstellung zweier einander den gemeinsamen Schwerpunkt umkreisender Energiequanten folgt unmittelbar, dass Schwarze Löcher nicht singulär sind. Bei dem Durchmesser von zwei Planck-Längen und dem dafür enormen Energiegehalt ist sofort erklärbar, dass

G-Bosonen außer über die Gravitation nicht mit der normalen Materie interagieren und zur Dunklen Materie gezählt werden müssen. Außerdem dürften Wechselwirkungen untereinander mit zunehmender Expansion des Raumes ihrer geringen Größe wegen sehr unwahrscheinlich werden.

4.2 Gleichgewichtsverhalten Dunkler Energie

Zur Unterscheidung von der unter 4.1 beschriebenen Energie werden hier die entsprechenden Größen negativ indiziert (E_, h_, ħ_, M_ …) und haben die Bedeutung von E_ = - E etc.
Die Trägheitskraft hat dann die Form:

$$F_{_z} = - h\nu / r_z$$

Und die Gravitation nimmt die Form

$$F_{_G} = G\, E_{_1}\, E_{_2} / c^4\, r^2 = F_G$$

an; bleibt positiv und wirkt anziehend.
Die Forderung aus Vorbetrachtung 3.11 ergibt nun:

$$F_{_Z} = F_{_G} = - h\nu / r_z = G\, E^2 / c^4\, r^2$$

Daraus würde ein negativer Radius folgen. Zeit und Raum aber werden von Dunkler Energie zwar auch gekrümmt, jedoch so, dass sie die Krümmungen der positiven Energie bei gleicher Stärke kompensieren, die Zeit- und Raumdimensionen aber positiv bleiben.
Das bedeutet, Dunkle Energie-Quanten können sich **nicht** gegenseitig stabil halten, können nicht verklumpen. Dunkle Energie bleibt diffus, kann sich aber ihrer Gravitationseigenschaft wegen verdichten.

4.3 Gleichgewichtsverhalten Dunkler Energie im Gravitationsfeld von lichtschneller Energie bzw. Dunkler Materie

Die Trägheitskraft hat dann gemäß den Bezeichnungen 4.2 die Form:

$$F_{_z} = - h\nu / r_z$$

Die Gravitation nimmt die Form

$$F_{_G} = G\, E_{_1}\, E_2 / c^4\, r^2 = F_{+-G} = -F_G$$

an, wird negativ und wirkt abstoßend.
Die Forderung aus Vorbetrachtung 3.11 ergibt nun:

$$F_{_Z} = F_{+-G} = - h\nu / r_z = - G\, E^2 / c^4\, r^2$$

In diesem Fall spricht nichts gegen einen stabilen Umlauf. Prinzipiell wäre es möglich, dass Dunkle Energie und Dunkle Materie einander im Gleichgewicht halten könnten. In den Punkten 4.4 und 4.5 wird das präzisiert.

4.4 Gleichgewichtsverhalten lichtschneller Energie im Gravitationsfeld von Dunkler Energie

Lichtschnelle Energie hat umlaufend die Trägheitskraft

$$F_z = h\nu / r_z$$

wie schon in 4.1 dargelegt.
Die Gravitationskraft zwischen umlaufender Energie im Gravitationsfeld von Dunkler Energie hat aber die Form wie unter 4.3, wirkt also abstoßend:

$$F_{G_} = G\, E_{_1}\, E_2 / c^4\, r^2 = F_{+-G} = - F_G$$

Damit wird wie auch unter Punkt 4.2 ein stabiler Umlauf unmöglich.

4.5 Zusammenfassung

In den Kapiteln 4.1 bis 4.4 wurden die Verhaltensweisen von Dunkler Energie, Dunkler Materie und lichtschneller Energie untereinander und miteinander untersucht. Da es sich in allen Fällen um lichtschnelle Energie handelt, wurde in 4.1 schon darauf hingewiesen, dass es sich für ein mögliches Gleichgewicht um jeweils gleich große Mengen von ihnen handeln muss. Untersucht wurde auch nur das Verhalten bei kreisförmigem Umlauf. Andersartige Umläufe, werden hier ausgeschlossen, da nur das niedrigst mögliche Energieniveau untersucht werden soll.
Es lässt sich folgendes Verhalten feststellen.

- Lichtschnelle Energie (positive) zieht einander an und kann sich auch in allerdings offensichtlich nur einem bestimmten Fall gravitativ gebunden im Gleichgewicht mit sich selbst befinden.
- Dunkle Energie (negative) zieht sich ebenfalls gegenseitig an, ist aber nicht in der Lage sich aneinander stabil zu binden und bleibt diffus.
- Lichtschnelle Energie wird von Dunkler Energie abgestoßen und kann nicht stabil in deren Gravitationsfeld umlaufen, egal wie viel Dunkle Energie vorhanden ist.
- Dunkle Energie wird logischerweise auch von lichtschneller Energie und Dunkler Materie abgestoßen, kann sich aber in deren Gravitationsfeld umlaufend stabil gebunden halten, wenn das Gravitationsfeld dem Betrage nach zu gleichviel Energie gehört.

5. Das Vakuum

Das Vakuum ist einerseits dadurch gekennzeichnet, dass es praktisch für das Universum nicht vorhanden ist, das heißt, Wechselwirkungen des Vakuums mit Energie, gleich welcher Art, finden nicht statt, abgesehen von den durch die Heisenbergsche Unschärferelation bedingten Fluktuationen der spontanen Paarbildung von Teilchen und Strahlung des Standardmodells (Der Casimir-Effekt wird als mögliche Erklärung dafür angesehen).
Andererseits wird in der Kosmologie davon ausgegangen, dass eine spontane Vakuumfluktuation Auslöser des Urknalls war, wenn man den „Big Cranch“ ausschließt. Für die weiteren Überlegungen schließe ich einen „Big Cranch“ aus, da nach meinem Verständnis der ART ein solcher zu einem einzigen gigantischen Schwarzen Loch führen müsste und weder der Mechanismus nach Hawkins noch irgendeine andere physikalisch Erklärung zum Urknall führen könnte, da, obwohl unser beobachtbares Universum kleiner als der dazu gehörende Schwarzschild-Radius ist und ein expandierendes Schwarzes Loch darstellen könnte, eine Expansion Schwarzer Löcher jedoch nur durch Materieaufnahme nachgewiesen ist. Materiezunahme des Universums aber ist nicht bekannt.
Bleibt zu erklären, wie ohne einen „Big Cranch“ ein Urknall möglich sein könnte, der dann ja wohl spontan aus dem Vakuum erfolgen müsste. Das wiederum führt zu der Frage, wie das Vakuum beschaffen ist und welches die auslösende Ursache war, eine Fluktuation aus dem Vakuum selbst heraus oder eine Störung des Vakuums von außen. Eine Störung von außen bedingt, dass es mehr als das Universum gab und eventuell noch gibt.
Die Frage ist demnach, wie ist das Vakuum beschaffen, dass es diese Forderungen erfüllt. Dass das Vakuum durch absolute Leere repräsentiert wird, ist nicht vorstellbar, wenn es aus ihm heraus zu einem Urknall mit dem dabei entstehenden Universum kommen soll.
Können die Überlegungen in Kapitel 4. einen Zustand beschreiben, der all den Forderungen gerecht wird?

Mathematisch trivial ist die Aussage, wenn gleich viel Energie sich kompensierender Arten, also Materie und Dunkle Materie einerseits und Dunkle Energie andererseits, die nur durch die Formel $E = h\nu$ im ersten Fall positiv und zum anderen negativ beschrieben werden, an allen Orten gleichermaßen vorhanden sind und sich gegenseitig „auslöschen“.
Physikalisch wird das problematisch, weil, wie in Kapitel 4. ausgeführt, diese gegensätzlichen Energiearten einander abstoßen.
Oder gibt es eine Möglichkeit, punktuell einen Zustand zu beschreiben, der physikalisch stabil und zugleich nach außen hin keinerlei Wechselwirkung zulässt? Und der darüber hinaus skalierbar ist und damit ein umfassendes Vakuum erklären könnte?
Tatsächlich gibt es diese Möglichkeit.
Wie in den Kapitel 4.3 und 4.4 gezeigt, kann Dunkle Energie in einem Gravitationsfeld von Dunkler Materie stabil umlaufen, Dunkle Materie jedoch nicht im Gravitationsfeld Dunkler Energie. Zwei dem Betrage nach gleich große lichtschnelle Energien (die **beide** einander

umlaufen), Dunkle Materie und Dunkle Energie, die für ein nicht wahrnehmbares Vakuum notwendig wären, können damit keinen stabilen Zustand bilden.
Anders wird der Sachverhalt, wenn man nicht den lichtschnellen Umlauf von Materie heranzieht, sondern den in Kapitel 4.1 beschriebenen stabilen Zustand des G-Bosons. Dieses repräsentiert einen Zustand ‚eingefangener' lichtschneller Energie, der von außen betrachtet einer ruhenden Masse entspricht und ist ein Zustand höchst möglicher Energiedichte.
Um eine solche Energiemenge können nun zwei dem Betrage nach gleichwertige Dunkle Energiequanten durchaus stabil lichtschnell umlaufen und dieses ganze Gebilde stellt dann eine Art Zelle dar, die von außen betrachtet, keinerlei Wechselwirkung zeigt, in keinem Fall zu Materie oder Dunkler Materie und zu Dunkler Energie nur, wenn deren Dichte der dieser Zellen nahe kommt. Dann kann es für einen winzigen Moment Wechselwirkungen zu den Vakuumzellen geben, allerdings dann auch zu einer Störung des empfindlichen Gleichgewichtszustands des Vakuums führen und einen Prozess auslösen, den wir als Urknall bezeichnen.
Vakuumzellen untereinander werden einander anziehen, weil ihre Außenhüllen aus Dunkler Energie bestehen, die sich gegenseitig nach Kapitel 4.2 anzieht.
In dieser Darstellung besteht das Vakuum aus aneinander gelagerten Vakuumzellen, stellt damit keine Leere, sondern eine Fülle dar und ist für Dunkle Energie und normale Materie sowie Dunkle Materie nicht wahrnehmbar. Dunkle Materie in höchstmöglicher Dichte, die Vakuumzellen beeinträchtigen könnte, verdrängt Vakuumzellen, die der gegenseitigen Kompensation ihrer Gravitationsfelder wegen keine Trägheit aufweisen und es gibt deshalb keine Wechselwirkung. Ist Materie (oder auch Dunkle Materie) weniger dicht, ist eine Beeinflussung der Vakuumzellen ohnehin nicht möglich.
Mit außerhalb des Vakuums existierender Dunkler Energie kann ein solches Vakuum nur bei annähernd gleicher Energiedichte wechselwirken. Somit lässt sich ein Vakuumzustand darstellen, der für das existierende Universum fehlender Wechselwirkungen wegen praktisch nicht existiert und nur aus Dunkler Energie und Dunkler Materie in Form von G-Bosonen (kleinstmögliche Schwarze Löcher) besteht. Da G-Bosonen keine Singularitäten sind, ist auch das Vakuum frei davon. Im Weiteren soll mit dem gleichen Verfahren aus Kapitel 4. untersucht werden, wie sich der Zustand einer Vakuumzelle mathematisch darstellen lässt und was er über sie aussagt. Dabei wird das zentral sitzende G-Boson als Masse betrachtet, weil es sich nach außen so präsentiert.
Die Zentrifugalkraft jedes der beiden lichtschnell umlaufenden negativen Energiequanten einzeln betrachtet (also die Dunkle Energie) beträgt gemäß Kapitel 4.2:

$$F_{_z} = - h\nu / r_z$$

Dabei ist „r_z“ hier der Radius des umlaufenden Quants und zugleich der Radius der Vakuumzelle. Da dieser größer ist als der des G-Bosons, die Energie aber betragsmäßig gleich sein soll, muss die Wellenlänge des umlaufenden Quants einerseits gleich der eines der Bestandteile des G-Bosons sein, andererseits aber aneinandergereiht dem Kreisumfang „$2\pi r_z$“ entsprechen. Die Gravitationskraft zum G-Boson beträgt nach Kapitel 4.4:

$$F_{-+G} = - G\, 2h\nu\, 4\, m_P / c^2 r_z^2 = F_{+-G} = - F_G$$

Die Kraftwirkung des G-Bosons wird als in dessen Schwerpunkt wirkend angesetzt, der zugleich der Mittelpunkt der Vakuumzelle selbst ist.
Für die Gleichgewichtsbedingung ist es wichtig, nicht nur die Kraft zwischen G-Boson und diesem einen Quant Dunkler Energie zu betrachten, da ja in einer Vakuumzelle zwei Quanten Dunkler Energie (der vollkommenen Kompensation aller Wirkungen nach außen hin) vorhanden sein müssen.
Die Wechselwirkung der Quanten Dunkler Energie untereinander ist anziehend, siehe Kapitel 4.2. Diese lautet

$$F_{_G} = G\,(- 2h\nu)^2 / 4\, c^4 r_z^2$$

Damit lautet die Gleichgewichtsbeziehung insgesamt:

$$F_{_z} = F_{+-G} + F_{_G}$$

Ausführlich unter Beachtung der ART-bedingten Doppelwertigkeit der Energiefelder mit

$E = h\nu$ ergibt das:

$$F_{_z} = - h\nu / r_z = - G\, 2h\nu\, 4\, m_P / c^2 r_z^2 + G\,(- 2h\nu)^2 / 4\, c^4 r_z^2$$

und aufgelöst:

$$r_z = G\,8\,m_P / c^2 - G\,m_P / c^2$$

Mit $m_P = (\hbar\ c\ /\ G)^{1/2}$ und $l_P = (\hbar\ G\ /\ c^3)^{1/2}$ (siehe Kapitel 4.1, die absoluten Energie-Beträge aller beteiligten Quanten müssen gleich sein, soll eine Kompensation aller Wirkungen nach außen stattfinden) ergibt das:

$$r_z = 7\ l_P$$

Die Vakuumzelle ist also im Durchmesser 7 Mal größer als das G-Boson und hat eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Atom, wobei das G-Boson den quasi ruhenden Kern bildet und die Anteile Dunkler Energie die Hülle.
Berücksichtigt man die ART- bedingte Doppelwertigkeit der Energie nicht, käme nur ein Radius von 7/4-tel Planck-Längen heraus, am grundsätzlichen Prinzip würde das nichts ändern, denn das G-Boson wäre dann auch nur halb so groß (Zur Bestimmung des Volumens, aus dem der Urknall hervorgegangen ist, macht es allerdings den Faktor 343 = 7^3 aus).
Die Hüllen dieser Vakuumzellen werden von Dunkler Energie dominiert und das zeigt, die Zellen können aneinander anlagern, das System ist auf ein umfassendes Vakuum skalierbar und da sich die Beträge der Dunklen Energie und des G-Bosons gleichen, zeigt weder die ‚Vakuumzelle' noch das Vakuum im Ganzen Wechselwirkungen zu Materie, zu Dunkler Materie und selbst Dunkle Energie wechselwirkt nur, falls ihre Energiedichte der des Vakuums in etwa entspricht.
Singularitäten treten nicht auf, weil das G-Boson den „Kern" einer Vakuumzelle bildet und selbst keine Singularität besitzt.

6. Der Urknall

Für den Urknall liefert der bisher beschriebene Weg, wie schon angedeutet, eine durchaus plausible Erklärung für den Fall, dass es dunkle Energie schon davor gegeben und diese sich auf eine entsprechende Energiedichte unter dem Einfluss ihrer eigenen Schwerkraft zusammengezogen hat.
Dann kann sie mit den Vakuumzellen in Interaktion treten, deren Gleichgewicht stören und die grundsätzlichen Abstoßungskräfte zwischen den G-Bosonen und der Dunklen Energie in Aktion treten lassen, auch ein Zerstören eines Teils der G-Bosonen, die sich dann in reine Strahlung auflösen, ist dabei möglich. Die Abstoßungskräfte liegen aufgrund der geringen Abstände nahe bei der Planck-Kraft, mit anderen Worten, es muss eine Expansion mit der größtmöglichen aller Kräfte vor sich gehen, die mit zunehmender Ausdehnung jedoch stark abnimmt wegen der eigentlich geringen Wirkung der Schwerkraft. Gewissermaßen stellt das Vakuum somit ein im Gleichgewicht befindliches, keinerlei Wechselwirkung erzeugendes Medium dar, dass zugleich, wenn es gestört wird, ein höchstmöglich explosives Gemisch ist und sofort mit der stärkst möglichen Kraft, die nahe der Planck-Kraft liegt, auseinandergetrieben wird. Es ist möglich, dass dies mit Lichtgeschwindigkeit (und damit dem in der Astrophysik diskutierten Zustand der Inflation entspricht) vor sich geht und eine extreme Dichteabnahme stattfindet, wodurch die Explosionskettenreaktion auf einen endlichen Raumbereich beschränkt bleibt. Es werden bei diesem, Urknall genannten Vorgang die Quanten der Dunklen Energie freigesetzt und G-Bosonen, von denen ein Teil selbst zerstört wird. Letzterer ist wichtig für das Entstehen der uns bekannten normalen Materie.
Ob, wenn die Kraftwirkung, die mit $1/r^2$ abnimmt, nachlässt, eine Wirkung durch die Starke Kraft zeitweise eintritt, muss hier offen bleiben.
In den ersten Augenblicken dieses Geschehens jedoch ist die Dichte der unzerstörten G-Bosonen so groß, dass viele sich sofort miteinander verklumpen können und zu Giganten anwachsen, die Zentren der späteren Galaxien werden, und dabei ständig weiter an Größe zunehmen, bis der Materialnachschub nachlässt. Die Strahlung der zerstörten G-Bosonen wird mit dem sich ausdehnenden Universum kühler, das heißt langwelliger, bis eine Energiedichte erreicht wird, aus der die Teilchen unserer Welt, die Teilchen des Standardmodells (SM) sich kondensieren können.
Die Dunkle Energie hingegen bleibt Strahlung, treibt das Ganze auseinander, kann sich selbst aber nicht nennenswert verdichten, solange noch eine massive Vermischung vorliegt. Erst später wird eine örtliche Entmischung an vielen Stellen mit den übriggebliebenen, mehr oder weniger intensiv verklumpten G-Bosonen und der Strahlung aus den zerfallenen G-Bosonen vor sich gehen können.
Dieses Urknallmodell unterscheidet sich grundlegend von allen bisher diskutierten Urknallmodellen, denn es macht Aussagen über das Geschehen selbst und auch den Zustand davor. Es benennt die Vorgänge, ihre Protagonisten und stellt unseren Urknall in eine undefinierbare, vielleicht endlose Reihe weiterer und vorheriger Geschehnisse. Aber auch ihm haftet der Mangel an, unter dem die Astrophysik leidet, sich jeglicher experimentellen Überprüfung zu entziehen und

lediglich auf Indizien aus astronomischen Beobachtungen zurückgreifen zu können. Gänzlich neu aber ist die Interpretation der Dunklen Energie als einer Art „negativer“ Energie und diese als den eigentlichen Hauptakteur zu definieren, nämlich Auslöser, Kraftspender und Mitkonstrukteur des Universums zu sein, ja, sogar als gleichwertiger Grundstoff des Ursprungs allen Seins gemeinsam mit dem Stoff unserer Welt, den G-Bosonen, unverzichtbar zu erscheinen.
Tatsächlich leitet sich der Gedanke der Anerkennung „negativer“ Energie aus der Notwendigkeit her, die zur vollständigen Beschreibung von Planetenbahnen und deren Systemstruktur abgeleitete Verallgemeinerung der Schrödingerschen Quantentheorie (Makroquantentheorie, deren Gültigkeit sich mit den Planetendaten zeigen lässt) an die Bedingungen der Speziellen Relativitätstheorie anzupassen. Egal, ob auf dem Weg von Paul Dirac oder anderer, es läuft immer darauf hinaus, dass Energie sowohl negativ als auch positiv sein kann, weil stets die Gleichung $E^2 = H^2$ entsteht (H als Hamiltonoperator und E als Energie) und beim Wurzelziehen beide Vorzeichen auftreten. Während im Falle der Quantenphysik das negative Vorzeichen durch Vorzeichenänderung von Ladung und Spin zur Antimaterie mit positiver Energie gewandelt werden kann, entfällt für rein durch Gravitation bestimmte Vorgänge diese Möglichkeit und führt zur Notwendigkeit, eine andere, negative Stofflichkeit von Energie anzuerkennen, deren Eigenschaften, wie in Kap.4. gezeigt, der Dunklen Energie entsprechen.

Das hier beschriebene Modell des „Urknall“ genannten Geschehens lässt zusammengefasst Aussagen und weitere Folgerungen zu:
- Auslöser des Urknalls ist Dunkle Energie, die sich nach Verdrängen aller normalen und Dunklen Materie unter ihrer Schwerkraft-Anziehung verdichtet hat, bis sie die kritische Dichte erreicht, die mit dem Vakuum wechselwirkt.
- Sie muss aus einem vormaligen, gleich gearteten Ereignis übriggeblieben sein.
- Unser Urknall kann deshalb nicht der erste gewesen sein.
- Der wievielte es war, ist offen.
- Dass es der letzte sein wird, ist nicht anzunehmen.
- Da sich mit jedem Urknall die Menge an Dunkler Energie vermehrt, ist es wahrscheinlich, dass der Zeitraum zum nachfolgenden sich verkürzt.
- Die aus dem Vakuum frei werdenden G-Bosonen zerfallen zu einem Teil und werden Strahlung, um später unsere bekannte Materie zu erzeugen.
  Der größere Teil nicht zerfallener G-Bosonen verklumpt sofort zu einem Teil zu gigantischen Schwarzen Löchern, die Strahlung und kleinere Schwarze Löcher, eventuell sogar G-Bosonen selbst, um sich sammeln und die späteren Galaxien bilden.
- Es entstehen wahrscheinlich nicht nur die riesigen Schwarzen Löcher, sondern auch eine Unzahl kleinerer Schwarzer Löcher, die mit den Riesen eines verbindet, ihre Materie bleibt extrem dicht gepackt, völlig im Gegensatz zu den später sich aus Sternleichen bildenden.
- Vom Schwarzschildschen Radius aus betrachtet, gibt es zwischen diesen beiden Arten Schwarzer Löcher keinerlei Unterschied. In ihrem Wesen unterscheiden sie sich extrem.
- Das erste, was beim Urknall entsteht, ist freie Dunkle Energie, die diffus bleibt, und Materie in Form von Galaxienkernen (zu Schwarzen Löchern verklumpte G-Bosonen) und Dunkler Materie, deren Strahlungsanteil später unsere Materie erzeugt.
- Schwarze Löcher von Giganten bis zu kleineren, verschieden großen und G-Bosonen sind demnach die erste Materieform, die nach dem Urknall entsteht nach diesem Modell und es besteht Hoffnung, das nachzuweisen mit der sich entwickelnden Gravitationswellenastronomie, da es zu beträchtlichen Raum- und Zeitverformungen von Anfang an, zum Beispiel durch Kollisionen großer Schwarzer Löcher, gekommen sein müsste.
- Durch die großräumige Vermischung mit der Dunklen Energie werden sich schaumartig Galaxien an den Rändern dieser von Dunkler Energie dominierten Blasen sammeln und zu Strukturen im sich bildenden Universum führen.
- Ähnlich wie bei Schaum, um in diesem Beispiel zu bleiben, werden die Galaxien eine Art Oberflächenspannung aufbauen und den Ausdehnungsprozess der Blasen bremsen.
- Dementsprechend wird die erste extreme Ausdehnung abnehmen und in eine zeitlich nicht definierbare Phase gleichförmiger Expansion übergehen, bis die zunehmende Separation der beiden Energieformen durch ihre gegenseitige Abstoßungskraft zu einer Konzentration der Dunklen Energie führt, ihres größeren Anteils wegen, und die Raumausdehnung wieder beschleunigt wird.
- Aus der Grundannahme, der Energiesatz gilt universell, muss es in der Reihe der in ihrer Anzahl unbestimmbaren Urknall-Ereignisse einen ersten gegeben haben. Da einerseits stets gleiche Mengen Dunkler Energie und Materie (hier ist Strahlung und Dunkle Materie gemeint) bei einem Urknallereignis freigesetzt werden und andererseits nur Dunkle Energie ein Urknallereignis auslösen kann, muss die Dunkle Energie bei allen nach dem ersten folgenden

Urknallereignissen stets größer werden und dann stets größer als der Materieanteil sein. Der erste Urknall muss demnach ein spontanes offenbar äußerst seltenes Vorkommnis gewesen sein, der ohne Vorhandensein freier Dunkler Energie geschah. Die Frage ist, kann schon der zufällige Zerfall einer einzelnen Vakuumzelle genügen, eine Kettenreaktion auszulösen? Denkbar ist das, denn die freiwerdenden Energieanteile können sich auf keinen Fall mehr vereinen (anders als das bei den spontanen Materieteilchen der Fall ist, die sich ständig aufgrund der Unschärferelation bilden und vernichten). Das erste freigesetzte G-Boson spielt für die Folge keine Rolle, aber die beiden Quanten Dunkler Energie sind eine Störquelle und können der Beginn einer Kettenreaktion sein. In diesem ersten Urknall wird ein Universum mit gleich viel Energie beider Arten entstehen und zwangsläufig werden sich diese irgendwann vollständig voneinander trennen, aber nur der Teil in dem sich die Dunkle Energie konzentriert, spielt für weitere Urknallereignisse eine Rolle und die Dunkle Energie wird dabei immer größer.

- Über die Ausdehnung des Vakuums ist keine Aussage möglich, es könnte endlich sein, weil des Schwerpunkterhaltungssatzes wegen (wenn man von der Allgemeingültigkeit des Energieerhaltungssatzes ausgeht, wie bei diesem Modell vorausgesetzt, muss man auch die gleiche Forderung an alle anderen Erhaltungssätze stellen) der Ort, an dem sich die Dunkle Energie wieder zusammenziehen kann, nahe dem Ort der Auslösung liegen wird und weitere Urknallereignisse stattfinden können, bis das Vakuum erschöpft ist. Damit wäre die Kette dieser Ereignisse endlich. Ist das Vakuum selbst unendlich, folgt dies auch für die Reihe nacheinander folgender Universen.

Zu klären wäre nun, wie groß das Vakuumvolumen war, aus dem unser Universum hervorgegangen ist. Das ist in diesem Modell relativ einfach und umso genauer, je besser die Masse des Universums bestimmt werden kann. Als Masse muss die des sichtbaren Teils und die Dunkle Materie genommen werden, um anhand der ziemlich genau bestimmbaren Masse der G-Bosonen deren notwendige Anzahl zu ermitteln und dann mit dem Volumen der Vakuumzellen die gesuchte Größe zu finden. Die Masse des sichtbaren Universums wird gegenwärtig mit ca. 10^{53} kg angenommen und da Dunkle Materie etwa das 5- bis 6-fache betragen soll, kann man von einer Gesamtmasse, die aus G-Bosonen hervorgegangen sein muss, von kleiner 10^{54} kg ausgehen (Anmerkung: bei diesen Größenordnungen spielt selbst ein Faktor 10 kaum eine Rolle). Bei der in Pkt. 4.1 genannten Masse eines G-Bosons von zwei Planck-Massen hat jedes G-Bosonen einer Zelle die Masse von ca. $4{,}352868 \cdot 10^{-8}$ kg und damit folgt für das Universum die Anzahl notwendiger G-Bosonen zu etwa $2{,}3 \cdot 10^{61}$. Nimmt man das Volumen der Vakuumzellen ebenfalls als kugelförmig an und berücksichtigt ihren Radius von 7 Planck-Längen, ergibt das für die Vakuumzellengröße $\sim 6{,}07 \cdot 10^{-102}$ m³. Multipliziert man diese mit der Anzahl notwendiger Zellen ergibt das in Keplerscher Dichte von etwa 74 % ein Volumen von $\sim 1{,}03 \cdot 10^{-40}$ m³ und würde zu einer Kugel mit einem Radius von $\sim 2{,}9 \cdot 10^{-14}$ m gehören.
Zum Vergleich, der Klassische Elektronenradius wird mit $\sim 2{,}818 \cdot 10^{-15}$ m angegeben und folglich wäre der Radius des Volumenanteils vom Vakuum, aus dem der Urknall und unser Universum hervorgegangen ist nur ~10-mal größer als der eines Elektrons im klassischen Sinne.

7. Der philosophische Aspekt

Die vorgestellte Theorie hat, wie auch die Astrophysik, keine Möglichkeit durch Experimente nachgewiesen oder, was schlimmer ist, widerlegt zu werden. In der Astrophysik wird diese Schwäche über Modellrechnungen ausgeglichen, deren Ergebnisse mit Beobachtungsdaten verglichen werden und somit die Möglichkeit der Widerlegung schaffen, ein Merkmal, das notwendig ist, um als physikalische Theorie gelten zu können. Ist das Vorgestellte nun eine Theorie oder ein Modell, das eine Theorie beweisen soll oder widerlegen kann?
Um das zu entscheiden, muss man der Frage nachgehen, welche Widerlegungsmöglichkeiten gibt es?
Fände man z. B. eine Verklumpung der Dunklen Energie, so wäre das ein großer Widerspruch und brächte das Konstrukt zu Fall, egal, ob man es als Modell oder Theorie betrachtet. Aber haben wir technisch jemals die Voraussetzungen, eine Verklumpung Dunkler Energie überhaupt zu beobachten? Das ist momentan nicht zu beantworten, also bleibt auch diese Möglichkeit zur Widerlegung offen.
Ein Widerspruch wäre auch, wenn man ältere Materie als riesige Schwarze Löcher fände. Das zu prüfen, wäre vielleicht möglich, da die Astronomie mit Hubble, Webb, Euklid und Co. enorme

technische Fortschritte gemacht hat. Nur bei Bestätigung könnte man dann von einer Theorie sprechen. Bis dahin bliebe es ohne Widerspruch beim Modellcharakter.
Das in diesem Papier beschriebene G-Boson allerdings entzieht sich, das kann heute schon gesagt werden, jeglicher direkter Beobachtbarkeit, weil es mehr als 17 Zehnerpotenzen höhere Energie (und scheinbarer Masse) besitzt und deshalb seiner extrem geringen Größe in so gut wie gar keiner Weise mit unserer Materie wechselwirken kann. Seine Schwerkraftwirkung allein spielt eine Rolle und wir müssten in der Lage sein, diese experimentell zu prüfen, also Planck-Massen auf ihre Schwerkraftwirkung untersuchen. Das ist als Möglichkeit nicht grundsätzlich auszuschließen. Widerlegt wäre das vorgestellte Modell auch, gelänge es, im Rahmen der Forschung am Standardmodell Teilchen nachzuweisen, die die Dunkle Materie erklären. Fände man keine, so wäre das ein Hinweis darauf, dass dieses Modell eine Berechtigung hat.
Weitere Widerlegungsmöglichkeiten sollte es der vielen, bisher bei weitem nicht ausgeschöpften Beobachtungsmöglichkeiten wegen geben.

Resümee dieser Überlegungen: wenn alle bisherigen und noch kommenden Beobachtungen nicht in Widerspruch zu diesem Modell stehen und im Gegensatz zu bisher Unerklärlichem verständliche Erklärungen liefern, dann sollte man in weitere astrophysikalische Überlegungen und Beobachtungspläne die in dieser Arbeit beschriebenen Betrachtungsweisen einbeziehen.
Allein auf mathematischem Wege Lösungen zu suchen, die nicht durch Beobachtungen verifiziert werden können, ist nicht der richtige Weg. Ohne Mathematik geht es allerdings auch nicht.
Die Mathematik ist das grundlegende Mittel, die Natur zu erkennen, ohne physikalischen Hintergrund bleibt sie aber unfruchtbar. Ein historisches Beispiel ist, wie schon in anderen Arbeiten erwähnt, die Keplersche Vermutung, die Planeten unseres Sonnensystems seien harmonisch in ihren Bahnabständen geordnet. Da man 400 Jahre keine physikalische Begründung, die mathematisch dargestellt werden kann, als Begründung oder Ablehnung für diese These gefunden hat, anzunehmen, alles wäre nur zufällig so und man könne dazu nichts finden, erweist sich als falsch. Unser Sonnensystem ist in hohem Maße harmonisch gestaltet[3)].

7. Astronomische Befunde

Folgende, die vorherigen Betrachtungen stützende astronomische Beobachtungsergebnisse liegen vor.

- Schwarze Löcher sowohl aus Sternenleichen als auch in riesigen Dimensionen in Galaxienzentren sind bestätigt. (Sie entstehen auf zwei unterschiedlichen Wegen, entweder, wie in dieser Arbeit dargelegt, durch Verklumpung von G-Bosonen oder beim Komprimieren genügend großer Massen. Ihr dichtest möglicher Zustand liegt bei der G-Bosonendichte und ist nur bei Verklumpung von G-Bosonen erreichbar).
- In Kugelsternhaufen (M87) und allen näher untersuchten Galaxien gibt es Schwarze Löcher.
- Die Rotationsanalysen von Galaxien belegen die Existenz einer Materieart, die nicht direkt zu beobachten ist (Dunkle Materie), aber zur Gravitation beiträgt.
- Interaktionen der Dunklen Materie zur Baryonischen konnten außer im Bereich der Gravitation nicht nachgewiesen werden.
- Der Anteil dieser Materie wird mit ca. 25 % vom Ganzen bisher angegeben, der beobachtbare Anteil beträgt hingegen nur ca. 5 %.
- Beobachtungen ergeben eine zunehmend beschleunigte Ausdehnung des Universums, was auf eine abstoßend wirkende Energieart schließen lässt.
- Der Anteil dieser Energieart (Dunkle Energie) beträgt ca. 70 % vom Ganzen.
- Sie wird als diffus, also nicht verklumpend beschrieben. Die Anfangsphase nach dem Urknall wird inflationär genannt, da sie aus Untersuchungen der Hintergrundstrahlung als extrem schnell gefolgert wurde.
- Den in dieser Arbeit vorgestellten Ableitungen und Folgerungen widersprechende Beobachtungsergebnisse und Befunde konnte ich nicht finden. Ich hoffe auf zukünftige, genauere und weiterführende Beobachtungsergebnisse. Vielleicht durch das erfolgreich gestartete James-Webb-Weltraumteleskop.
- Kürzlich gefundene, riesige Schwarze Löcher stehen in Widerspruch dazu, dass sie aus Verdichtung normaler Materie entstanden sein können, da so kurze Zeit nach dem Urknall die Zeit nicht ausgereicht hätte. Das hier vorgestellte Modell fordert und setzt ihre Existenz sogar zum frühesten Zeitpunkt nach dem Urknall voraus.

8. Zusammenfassung

Ereignisse vor dem „Sichtbarwerden“ des Universums nach dem Urknall lassen sich zurzeit nur durch Modelle beschreiben. Das hier beschriebene Modell setzt zwei wesentliche Dinge voraus und wird sich dadurch von anderen grundlegend unterscheiden. Erstens wird vorausgesetzt, dass die Naturgesetze grundsätzlich existieren und nicht von Raum und Zeit abhängen und zweitens wird eine neue Art von Energie gefordert, die negativ wirkt, alles andere abstößt, nicht verklumpen kann und sich als Dunkle Energie äußert.
Unter diesen Annahmen lassen sich dann Vorgänge bis zum, während und vor dem Urknall beschreiben und zeigen, wie das Vakuum aufgebaut sein muss, aus dem der Urknall hervorgegangen sein kann und was der Auslöser dazu war. Das Modell führt auf die ganz fundamentalen Dinge des Seins zurück, aus denen alles hervorgeht und die den großen Rahmen des Ablaufs von (nacheinander folgenden, auseinander driftenden) Universen bilden.
Es sind zwei Antipoden, die das Sein bestimmen, die Dunkle Energie einerseits als ein Grundstoff des Vakuums und Auslöser von Urknallereignissen und G-Bosonen, die andererseits die großen notwendigen Strukturen durch ihre Verklumpungseigenschaft begründen und deren zerfallener Teil die Welt wie wir sie kennen ermöglicht.
Die Zukunft wird dieses Modell verifizieren oder ablehnen, denn nach ihm werden sich auch mit noch so großen Beschleunigeranlagen keine Teilchen finden lassen, die Erklärung für die Dunkle Materie liefern und erst recht nicht Aussagen zur Dunklen Energie ermöglichen.
Damit existiert eine eindeutige Widerlegungsmöglichkeit, man muss nur im Rahmen der bisherigen Theorien Teilchen finden, die sowohl die Dunkle Materie als auch die Dunkle Energie erklären. Die Untersuchungen laufen, doch ihr Versagen wäre auch kein Beweis für die Gültigkeit dieses Modells, denn bekanntlich lassen sich naturwissenschaftliche Theorien nicht beweisen.

Anm.: *In der Makroquantentheorie [2)] wird die Dunkle Energie unabhängig vom in dieser Abhandlung beschriebenen Modell durch die Erweiterung der Hauptgleichung dieser Theorie auf die Spezielle Relativitätstheorie notwendig. Dies geschieht auf analogen Wegen, wie sie Dirac, Gordon, Klein und andere in der Quantenphysik beschritten haben.*

Dresden, März 2024

Literaturhinweise:

1) U. J. M. Reichelt, Anatomie Schwarzer Löcher, 2022
https://slub.qucosa.de/landingpage/https%3A%2F%2Fslub.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A78058%2Fmets%2F/

2) U. J. M. Reichelt, Makroquantenphysik, 2020
https://slub.qucosa.de/landing-page/?tx_dlf[id]=https%3A%2F%2Fslub.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A72389%2Fmets

3) U. J. M. Reichelt, Vergessene Physik, 2022
Amazon; epubli, ein Service der neopubli GmbH, Berlin